

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体軸受けで支持され重力方向に移動可能に設けられた移動ステージ、前記移動ステージをフィードバック制御により重力方向に位置決め制御する位置決め制御装置、及び前記移動ステージにかかる重力を補償する重力補償装置を備えたステージ制御装置において、前記移動ステージの位置を検出する位置検出手段を備え、前記位置決め制御装置内で設定される目標位置信号と前記位置検出手段によって検出された位置信号との少なくともいずれか一方を基に重力補償用の圧力指令を補正する圧力補正手段を有することを特徴とするステージ制御装置。

【請求項2】 前記重力補償装置における流体シリンダは、シリンダロッドとシリンダ本体に軸受けパッドが設けられ、前記軸受けパッドに供給される圧縮流体によって前記シリンダ本体と前記シリンダロッドとの間に微小隙間がある非接触シリンダであることを特徴とする請求項1に記載のステージ制御装置。

【請求項3】 前記圧力指令補正手段による圧力指令補正を、前記移動ステージの位置の比を係数とする一次式で計算して行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のステージ制御装置。

【請求項4】 前記圧力指令補正手段による圧力指令補正を、予め測定しておいた前記移動ステージの位置と前記流体シリンダの推力との相関関係データから作成した補正係数データテーブルによって行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のステージ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、精密な精度を必要とする切削機、研削機、研磨機等の精密加工機の重力方向に移動する移動ステージを位置決め制御するステージ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、重力方向に移動する移動ステージの制御装置の構成としては、図5に示すものがある。図5における制御装置は、移動ステージ502を位置決め制御する位置制御部と移動ステージ502の自重を補償する圧力制御部とを備え、位置決めと自重の補償とについて独立した制御を行っている。

【0003】位置制御部は、移動ステージ502を駆動するボールねじ504、505及びモータ503と、移動ステージ502の位置を検出する測長器507と、移動ステージ502の位置を設定する位置指令手段509と、測長器507で検出した移動ステージ502の位置と位置指令手段509からの位置指令とを比較演算し、モータ駆動装置510を介してモータ503に対する推力指令を出力する位置制御補償器508とを有する。

【0004】圧力制御部は、移動ステージ502の重量をバランスさせる推力を発生する流体シリンダ511

と、流体シリンダ511内の流体圧力を検出するための圧力検出器512と、移動ステージ502の重量に対し、流体シリンダ511による推力がバランスする値を指令する圧力指令手段516と、圧力指令値と圧力検出器512の出力を比較演算し、流体制御弁駆動装置515を介して流体制御弁513に対し制御信号を出力する圧力制御補償器514を有する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図5に示す従来例のように、圧力制御部と位置制御部が独立した形式で制御するためには、圧力制御部で制御した流体圧力によって移動ステージ502の自重補償が安定になっていなければならない。図5に示す従来例において、安定した自重補償が行われるためには、流体シリンダ511の摺動部のシールが確保され、圧力検出器512で検出した圧力が流体シリンダ511内の圧力を反映していなければならない。しかし、こうしたシールが確保された流体シリンダ511では、摺動部で摩擦が発生し、位置決め精度の劣化原因となっている。

【0006】また、位置決め精度を向上させようとして、流体シリンダ511の摺動部の摩擦をなくそうとする場合、図2に示すような軸受けパッドを備えた非接触シリンダの採用が考えられる。しかし、非接触シリンダを使用したとき、図3に示すようなシリンダ内の圧力分布に起因する推力変動によって推力のアンバランスが生じる。そのアンバランス分の推力は位置制御のモータが受け持つため、モータによる発熱が増大したり、場合によってはモータの大型化を図らなければならない、という問題がある。

【0007】本発明は、上記従来のステージ制御装置の問題点を鑑み、移動ステージ自重補償のための推力のアンバランスを抑制し、位置制御に使用するモータなどの駆動装置の負荷を軽減し、発熱の抑制や装置の小型化を実現するとともに、装置としての安定性や精度の向上を図ることができるステージ制御装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用】以上従来例で示した問題点を解決し上記目的を達成するために、本発明は、流体軸受けで支持され重力方向に移動可能に設けられた移動ステージ、前記移動ステージをフィードバック制御により重力方向に位置決め制御する位置決め制御装置、及び前記移動ステージにかかる重力を補償する重力補償装置を備えたステージ制御装置において、前記移動ステージの位置を検出する位置検出手段を備え、前記位置決め制御装置内で設定される目標位置信号と前記位置検出手段によって検出された位置信号との少なくともいずれか一方を基に重力補償用の圧力指令を補正する圧力補正手段を有することを特徴とする。

【0009】本発明の望ましい実施の形態では、まず、

自重補償用流体シリンダの摩擦をなくすために図2で示すような非接触シリンダを使う。と同時に、非接触シリンダの流体圧力制御において、制御圧力を移動ステージの位置によって変更していく圧力補正手段を設けることで安定した自重補償と安定した位置制御を実現する。また、安定した自重補償によって位置制御におけるモータへの負荷が軽減されるため、装置の小型化を実現できる。

【0010】

【実施例】本発明の実施例を図1、図2、図3及び図4に即して説明する。図1において、101は移動ステージを案内するガイド、102(a)、102(b)は移動ステージに取り付けられている流体軸受け、103は移動ステージ、104は移動ステージ103を駆動するリニアモータの固定子、105はリニアモータの可動子、106は位置検出手段であるレーザ測長器のターゲットミラー、107は位置検出手段のレーザ測長器、108は位置制御補償器である。この位置制御補償器108は、位置検出手段であるレーザ測長器107によって検出された位置信号と移動ステージ103の目標位置を設定する位置指令手段109からの目標位置信号とから制御信号を生成するPID補償器に代表される補償器などによって構成される。109は移動ステージ103の目標位置を設定する位置指令手段、110は位置制御補償器108からの制御信号を増幅して、固定子104と可動子105によって構成されるリニアモータ120を駆動するモータ駆動装置、111は移動ステージ103の自重を保持する推力を発生させる非接触シリンダ、112は非接触シリンダ111内の流体圧力を検出する圧力検出器、113は非接触シリンダ111に供給する圧縮流体を制御するための流体制御弁、114は圧力制御補償器である。この圧力制御補償器114は、圧力検出器112で検出した圧力信号と、圧力指令手段117で設定され圧力指令補正手段116を介して得られた目標圧力信号とから圧力制御信号を生成する。115は圧力制御補償器114からの圧力制御信号をもとに、流体制御弁113を駆動する流体制御弁駆動装置、118は流体制御弁113によって制御された圧縮流体であって非接触シリンダ111内に供給される。

【0011】図2は本実施例に使用されている非接触シリンダの構成を示す図である。図2において、201はシリンダを構成するシリンダロッド、202はシリンダ本体、203はシリンダロッド201に設けられた軸受けパッド204に圧縮流体214を供給する為の供給路、204はシリンダロッド201の内端にあるピストン部分211の外周に設けられシリンダ本体202からシリンダロッド201を非接触で支持する為の円環形状の流体軸受けパッド、205は軸受けパッド204に供給する圧縮流体が滞留する圧力室、206はシリンダ本体202に設けられた軸受けパッド207に圧縮流体

(エア)212を供給する為の供給口、207はシリンダ本体202に設けられシリンダ本体202からシリンダロッド201を非接触で支持するための円環形状の流体軸受けパッド、208は軸受けパッド207に供給する圧縮流体が滞留する圧力室、209は非接触シリンダ111で推力を発生させるために圧縮流体(エア)213を供給するための供給口、240は圧縮流体の開放口である。

【0012】位置指令手段109で設定された目標位置信号は、レーザ測長器107で検出された位置信号と位置制御補償器108で比較演算され、位置信号が目標位置信号になるような制御信号を生成する。生成された制御信号はモータ駆動装置110によって増幅される。この増幅された制御信号を受けて、固定子104と可動子105とで構成されるリニアモータ120は、推力を発生させ、移動ステージ103を動かすことで位置制御が行われる。移動ステージ103が重力方向に移動する場合、移動ステージ103の重量を支持するための推力を常に移動ステージ103に与えてやらなければならない。その推力をリニアモータ120で発生する推力で補うとすると、リニアモータ120を大きなものにするか、リニアモータ120に流す電流を大電流にするなどしなくてはならない。そこで、移動ステージ103の重量を支持するための推力を発生させる位置制御装置とは別の流体シリンダを用いた自重補償装置を設ける。

【0013】本実施例に係る自重補償装置は、圧力検出器112、流体制御弁113、圧力制御補償器114、流体制御弁駆動装置115、及び圧力指令補正手段116等を備えて構成されている。

【0014】この自重補償装置は、設定された圧力指令信号が圧力制御補償器114によって圧力検出器112で検出した圧力信号と比較演算される。その結果は流体制御弁駆動装置115によって増幅され、流体制御弁113を駆動する。流体制御弁113によって制御された圧力制御流体118がシリンダ内に供給され、非接触シリンダ111によって移動ステージ103に推力を与えている。

【0015】しかしながら、流体シリンダが図2のような構成の非接触シリンダ111の場合、シリンダ本体202からシリンダロッド201を非接触で支持するための軸受けパッド204、207に供給される圧縮流体によって、軸受けパッド204、207近傍に図3に示すような圧力分布を生じる。

【0016】このような構成の非接触シリンダ111の場合、図3に示すように非接触シリンダ111による推力を与えるために供給される制御圧力 P_s を一定にしても、非接触シリンダ111の推力に寄与する圧力 P_t は非接触シリンダ111の容量変化する間移動ステージ103の位置によって変動する。

【0017】この変動を押さえるために、図4で示すよ

うに制御圧力 P_s を変更する。同図(A)の状態から(B)及び(C)の状態に移動ステージ103が移動する時、その移動に合わせて非接触シリンダ111の制御圧力 P_s を変更していく。それによって、非接触シリンダ111で発生する推力に寄与する流体圧力 P_t は、移動ステージ103の位置に関係なく一定の推力に保つことができる。

【0018】本実施例に係るステージ制御装置は、移動ステージ103の位置によって非接触シリンダ111へ供給する流体の制御圧力 P_s を変更できるようにするた

めに、図1で示すように、圧力指令補正手段116を設け、圧力指令手段117の設定指令圧力を、位置指令手段107で設定される移動ステージ103への位置指令信号を基に補正する。この補正は、移動ステージ103の位置によって自重補償用非接触シリンダの制御圧力を変更することで、非接触シリンダ111の推力を一定にしている。

【0019】補正方法としては、移動ステージ103の位置を表す数値の比を係数とした一次式で計算して補正のための指令圧力を求める方法がある。即ち、図4にお

いて非接触シリンダ111が(A)の状態の移動ステージ位置を基準とし、その時の指令圧力が P_a であるとし、そのときの移動ステージ103の位置を表す数値が X_a であるとする。移動ステージ103が移動して非接触シリンダ111が(C)の状態になった時、移動ステージ103の位置を表す数値が X_c であるとする、この方法における指令圧力 P_c は

$P_c = (X_a \times P_a) / X_c$ (ただし $X_c > X_a$)
という計算によって求められる。

【0020】また、別の方法として、予め移動ステージ103の位置と非接触シリンダ111の推力とを測定しておき、その測定結果から圧力指令の補正データテーブル係数を作成し、移動ステージ103の位置が移動するごとに補正データテーブル係数を参照して、圧力指令値を計算する方法がある。

【0021】また、圧力指令補正手段116で目標制御圧力を補正するための基準信号になる移動ステージ103の位置情報は前述した位置指令信号の代わりに、位置検出手段であるレーザ測長器107の位置信号を利用しても同じ効果が得られる。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、移動ステージの位置によって自重補償用シリンダの制御圧力を補正すること

で、自重補償に用いた流体シリンダ室内にある圧力分布によって生じるシリンダの推力変動を押さえ、自重補償のアンバランスを抑制できる。そのため位置制御に使用するモータなどの駆動装置の負荷が軽減でき、発熱の抑制や装置の小型化を実現できる。

【0023】また、シリンダ室内に圧力分布を生じ易い構成の非接触シリンダを用いた場合には、流体シリンダによる自重補償のアンバランスを抑制するとともに、位置制御における摩擦などの非線形要素を排除できるため、装置としての安定性や精度の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係るステージ制御装置を示す構成図である。

【図2】 本発明の実施例に係る自重補償用流体シリンダの構成を示す断面図である。

【図3】 本発明の実施例に係る自重補償用流体シリンダの動作を説明するための図である。

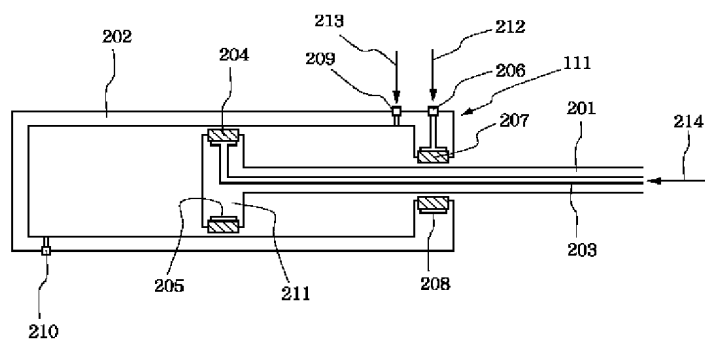
【図4】 本発明の実施例を説明するための図である。

【図5】 従来のステージ制御装置の一例を示す構成図である。

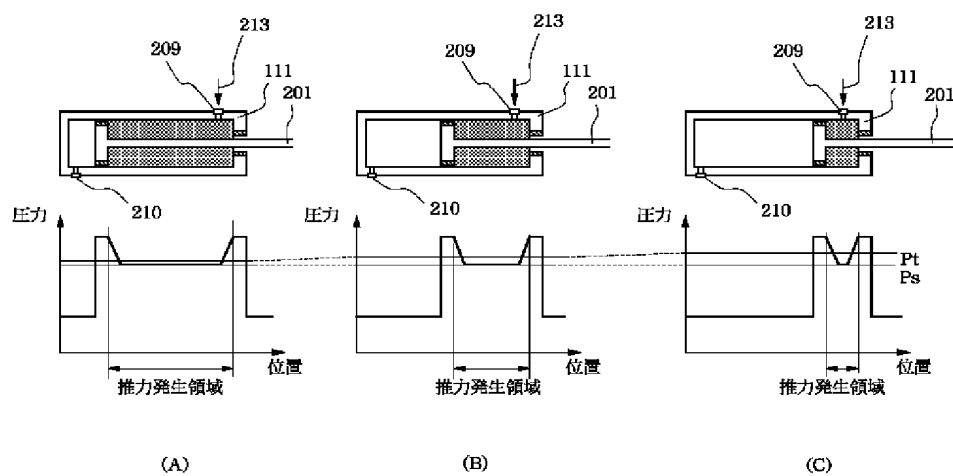
【符号の説明】

101: ガイド、102: 軸受けパッド、103: 移動ステージ、104: リニアモータの固定子、105: リニアモータの可動子、106: ミラー、107: レーザ測長器、108: 位置制御補償器、109: 位置指令手段、110: モータ駆動装置、111: 非接触シリンダ、112: 圧力検出器、113: 流体制御弁、114: 圧力制御補償器、115: 流体制御弁駆動装置、116: 圧力指令補正手段、117: 圧力指令手段、118: 制御された流体、120: リニアモータ、201: シリンダロッド、202: シリンダ本体、203: 軸受け用流体供給路、204: 軸受けパッド、205: 圧力室、206: 軸受け用流体供給口、207: 軸受けパッド、208: 圧力室、209: シリンダ用流体供給口、212, 213, 214: 圧縮流体(エア)、501: ガイド、502: 移動ステージ、503: モータ、504, 505: ボールねじ、506: ミラー、507: レーザ測長器、508: 位置制御補償器、509: 位置指令手段、510: モータ駆動装置、511: 流体シリンダ、512: 圧力検出器、513: 流体制御弁、514: 圧力制御補償器、515: 流体制御弁駆動装置、516: 圧力指令手段、517: 制御された流体。

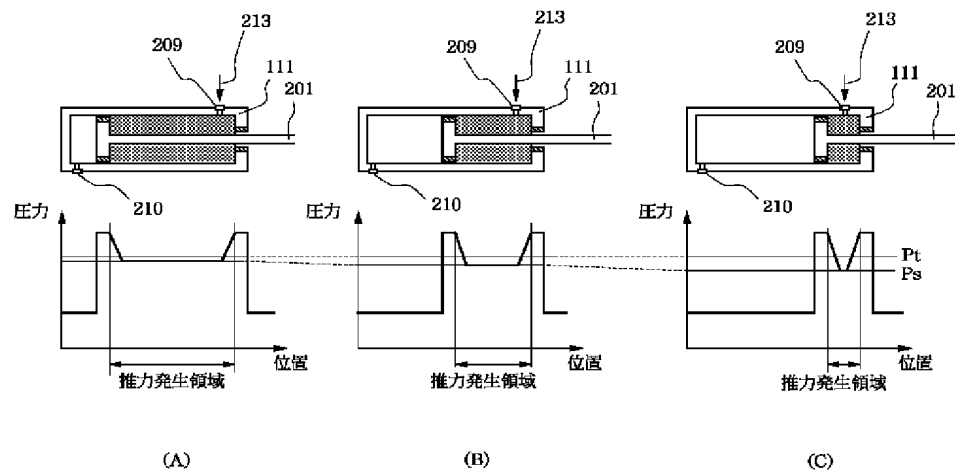
【図2】



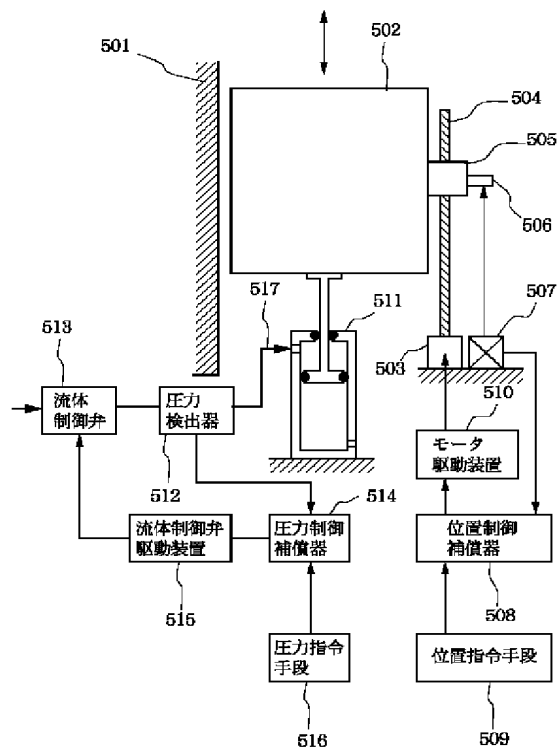
【图3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 2 3 Q 1/30

1/14

B

1/18

Z

PAT- NO: JP02001322045A
DOCUMENT- I DENT I F I E R: JP 2001322045 A
T I T L E: STAGE CONTROL DEVI CE
PUBN- DATE: November 20, 2001

I NVENTOR- I NFORMAT I ON:

NAME	COUNTRY
TAKI ZAWA, NAOKI	N/ A

ASSI GNEE- I NFORMAT I ON:

NAME	COUNTRY
CANON I NC	N/ A

APPL- NO: JP2000140707
APPL- DATE: May 12, 2000

I NT- CL (I PC): B23Q005/ 22 , B23Q001/ 30 , B23Q005/ 26 ,
G12B005/ 00 , H01L021/ 68

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stage control device which suppresses the unbalance of the compensation of the self-weight of a mobile stage, lighten the load of a drive device used in controlling the position, suppresses the heat generation and reduces the size of the device, and improves the stability and the accuracy of the device.

SOLUTI ON: The stage control device comprises the mobile stage 103 supported via a bearing pad 102(a), etc., and movable in

the direction of the gravity; a position control compensator 108, etc., for controlling the positioning of the mobile stage 103 in the direction of the gravity by the feedback control; a non-contact cylinder 111, etc., for compensating the gravity on the mobile stage 103; a laser beam distance measuring instrument 107 for detecting the position of the mobile stage 103; and a pressure command correcting means 116 for correcting the pressure command for compensating the gravity based on the target position signal set by the position command means 109 or the position signal detected by the laser beam distance measuring instrument 107.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO